

© П.Н. Зубарев, Б.В. Рисман, 2011
УДК 616.379-008.64-06:617.586-002.4-08:[615.837.3+612.223.12]

П.Н. Зубарев, Б.В. Рисман

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ КАВИТАЦИЯ И ОЗОНИРОВАНИЕ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ГНОЙНО-НЕКРОТИЧЕСКИМИ ОСЛОЖНЕНИЯМИ СИНДРОМА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

Кафедра общей хирургии (зав. — проф. П.Н. Зубарев) Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова,
Санкт-Петербург

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, ультразвуковая кавитация, озонирование.

Введение. Общая численность больных с сахарным диабетом (СД) возрастет до 333 млн к 2030 г. [4, 8]. СД характеризуется самой ранней инвалидизацией из всех заболеваний [4, 13, 14]. Увеличение продолжительности жизни больных с СД ведет к повышению частоты развития поздних осложнений этого заболевания, в том числе и к синдрому диабетической стопы (СДС) [1], который диагностируется у 4–10% всех больных диабетом [8]. Результаты эпидемиологических исследований свидетельствуют, что в структуре всех ампутаций нижних конечностей нетравматического характера больные с СД составляют от 45 до 75% [1, 2, 4, 9]. Несмотря на разработанную тактику лечения гнойного и(или) деструктивного заболевания стопы при СД, в настоящее время по-прежнему достаточно высок процент неудовлетворительных результатов лечения различных форм осложненного течения СДС. В Российской Федерации ежегодно производятся более 12 тыс. «высоких» ампутаций нижних конечностей [4, 9]. При СДС имеются идеальные условия для развития и прогрессирования хирургической инфекции [5]. Одним из важных факторов, определяющих отдаленные результаты, является правильная тактика местного лечения ран. Международные эксперты по диабетической стопе высказывают мнение об отсутствии убедительных доказательств преимущества каких-либо средств местного очищения раны над механической ее обработкой [3]. Несмотря на достигнутые успехи медицины в этом направлении, появление новых высокотехнологичных диагностических возможностей, высокоэффективных лекарственных препаратов, постоянное совершенствование оперативной техники, с каждым годом наблюдается увеличение числа больных с гнойно-некротическими форма-

ми СДС [9]. В настоящее время в основе лечения этой группы больных лежит сберегательный принцип, т. е. максимально возможное сохранение опорной функции нижних конечностей [1, 6, 8].

Цель исследования — улучшение результатов лечения пациентов с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы путем применения физических методов санации (ультразвуковая кавитация и озонотерапия).

Материал и методы. Основную группу составили 130 пациентов, которым во время операции в пределах стопы выполняли ультразвуковую кавитацию (УЗК), а в послеоперационном периоде — озонирование поверхности раны. По возрастным группам пациенты распределились следующим образом: до 40 лет — 5%, от 40 до 50 лет — 19%, от 60 до 70 лет — 57%, старше 70 лет — 19%. Пациенты с СД II типа составили 82,3%. Длительность течения СД составляла в большинстве случаев от 10 до 15 лет. В 82,5% случаев больные госпитализированы с декомпенсированным течением диабета. В 60% наблюдений пациенты поступали по неотложным показаниям с тяжелой степенью интоксикации, требовавшей срочного выбора уровня ампутации нижней конечности. В 5% случаев пациенты поступали с первично-выявленным СД. Сопутствующая соматическая патология присутствовала у всех больных. По форме СДС пациенты распределялись следующим образом: ишемическая форма СДС — 18 (14%) пациентов, нейроишемическая форма СДС — 61 (47%) пациент, нейропатическая форма СДС — 51 (39%) пациент.

В основной группе в 88% случаев гнойно-деструктивные изменения развивались в пределах стопы. Операции «малого» объема с сохранением опорной функции стопы составили 82% (вскрытие и дренирование флегмон, абсцессов пальцев стопы, хирургическая обработка с некрэтомией, ампутация пальцев — 60%, ампутация дистальной части стопы — 22%). У 4 (3%) больных после «экономных» ампутаций потребовалось выполнение повторных оперативных вмешательств в объеме ампутации на уровне голени или бедра. После первичных «высоких» ампутаций (18%) повторные оперативные вмешательства выполнены в 3 (2%) случаях (вторичная хирургическая обработка раны культи — у 1, реампутация на уровне бедра — у 2). Средняя длительность стационарного лечения составила 33,5 дня. Умерли 4 (3%) больных после ампутации на уровне бедра, поступившие в клинику

Характеристика первичных оперативных вмешательств (%)

Группы	Виды операций					
	Ампутация бедра	Ампутация голени	Трансметатарсальная ампутация стопы	Ампутация пальцев	Вскрытие флегмоны	Хирургическая обработка
Основная (n=130)	12	6	14	35	22	11
Контрольная (n=90)	54	18	2	5	4	17

с признаками декомпенсированного диабета, которым установлен клинический диагноз — сепсис. У всех умерших пациентов была выявлена терминальная стадия хронической почечной недостаточности. По распространенности гнойно-некротического поражения стопы больные распределены: I–II степень — у 25% больных и III–V степень — у 75% больных по Wagner.

Контрольную группу составили 90 пациентов (по данным анализа историй болезни клиники общей хирургии с 1996 по 2002 г.), которым проводили оперативное лечение с послеоперационной местной терапией препаратами с учетом фазы раневого процесса (таблица).

В основной группе для обработки ран использовали аппарат «SONOCA-180» фирмы «SÖRING» (Германия), дающий эффект ультразвуковой кавитации (УЗК) и позволяющий совместить процесс механической очистки раны и антибактериальное действие ультразвука (рис. 1). Метод позволяет добиться очищения раны от некротических тканей и проводить ее дезинфекцию. Используемая мощность (частота кавитации составила 40–80 кГц) ультразвука не оказывает разрушительного действия на здоровые ткани, селективно удаляя только патологически измененные, что актуально для лечения СДС в связи с крайне малым резервом собственных мягких тканей.

При воздействии на раневую поверхность ультразвуковых волн происходит расслоение и отторжение некрозов без повреждения неизмененных окружающих тканей. Все это позволяет рассматривать данный метод как альтернативный в местном лечении гнойно-некротических ран у больных с СДС. Применение наконечника «копытце» позволило обрабатывать сложные раны, превращая их в относительно плоские, что благоприятно влияло на исход закрытия раны.

У 87 пациентов, которым выполняли озонирование раневой поверхности стопы в различных режимах, применяя отечественный аппарат — озонатор ОП1-М «Орион-СИ», Россия (рис. 2), действие озона проявляется антибактериальным, стимулирующим и оксигенирующим действием. При прямом контакте с озоном бактерии и вирусы погибают из-за окислительной деструкции клеточных оболочек и распада ДНК и РНК, а также разрушающего действие пероксидазы. Аэрацию пораженной конечности в пластиковом изоляторе проводили ежедневно озон-кислородной газовой смесью с концентрацией озона 40–80 мкг/мл. В зависимости от фазы воспаления раневого процесса изменялись концентрация и скорость подачи озона в воздушной смеси.

В фазе воспаления применяли воздушно-озоновую смесь с концентрацией озона 80 мкг/мл, при появлении грануляций в ране концентрация озона в смеси уменьшалась до 40 мкг/мл. Экспозиция в обоих случаях составила 15 мин. Возможность применения чехлов разных размеров позволила обрабатывать разные по площади и форме раны.

Всем поступившим больным выполняли общеклинические лабораторные исследования, бактериологическое исследование отделяемого раны с определением чувствительности к антибиотикам. В процессе лечения исследовали количественный и качественный состав микрофлоры ран.

Забор биоптата для бактериологического анализа осуществляли до и после операции, а также на 7-е и 12-е сутки от начала лечения. Цитологическому исследованию подвергали мазки-отпечатки раневых (язвенных) поверхностей

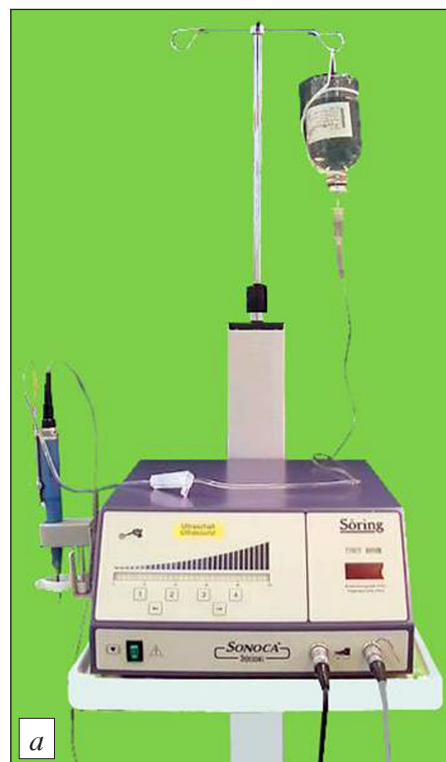


Рис. 1. Ультразвуковая кавитация.

а — ультразвуковой диссектор «Sonoca-180»; б — использование наконечника «копытце» аппарата «SONOCA-180» для ультразвуковой обработки ран.



Рис. 2. Озонатор ОП1-М «Орион-СИ».

по М.П. Покровской и М.С. Макарову (1942). Качественный анализ мазков-отпечатков заключался в определении фазы раневого процесса по наличию клеточных элементов, микрофлоры, волокнам, а также по их соотношению. Для количественной оценки микробной обсемененности раны оценивали показатель колониеобразующих единиц (КОЕ/г).

Результаты и обсуждение. Ультразвуковая кавитация была применена как в качестве самостоятельного метода лечения у пациентов с I–II степенью (25% пациентов) выраженности патологического процесса, так и в сочетании с оперативным пособием (некрэктомии, «малые ампутации») у пациентов с III–V степенью (75%) по классификации Wagner [13].

Микробиоценоз раны у пациентов в подавляющем числе случаев характеризовался полимикробным характером с ассоциацией аэробов и анаэробов. Бактериологические исследования показали, что в материале, взятом из глубоких гнойных очагов стопы, присутствовала смешанная аэробно-анаэробная флора в 21% случаев. Ассоциации микроорганизмов в гнойном очаге носили поливалентный характер и включали от 2 до 5 видов аэробных (65%), факультативно-анаэробных и облигатно-анаэробных неспорообразующих бактерий. Количество MRSA-стафилококков составило 5%. Взятые с поверхности раны посе-вы характеризовались присутствием сапрофитной микрофлоры, а в 20% случаев — были стерильными.

В контрольной группе при первичном посеве биоптатов ран микроорганизмы выделены у всех пациентов, при этом их количество составляло 10^7 КОЕ/г и более. При втором посеве на 7-е сутки лечения положительный результат бактериологического анализа ($\text{КОЕ} > 10^5$) наблюдался у 39 (69%) пациентов. На 12-е сутки микрофлора из ран выделена у 18 (32%) больных, причем у боль-

шинства из них обсемененность ткани составила 10^5 КОЕ/г и более.

У пациентов основной группы до операции количественный уровень микроорганизмов раны составлял 10^7 КОЕ/г. После хирургического вмешательства и дополненной УЗК данный показатель снизился до 10^5 КОЕ/г. Через 7 сут (2-й сеанс УЗК) уровень контаминации составил 10^3 КОЕ/г. К 12-м суткам (3-й сеанс УЗК) степень контаминации не превышала 10^5 КОЕ/г, что свидетельствовало об устойчивом снижении микробной обсемененности раны и возможности выполнения одного из видов закрытия раны. Следовательно, применение низкочастотного ультразвука позволяет в короткие сроки снизить микробную контаминацию ран. Цитологические исследования раны до начала лечения выявляли преобладание некротического и дегенеративно-воспалительного процесса, отражающее слабые признаки воспалительной реакции. В препаратах содержалось большое количество нейтрофилов в состоянии дегенерации и деструкции, а также микроорганизмов с нитями фибрина. На фоне проводимого лечения в фазе воспаления в обеих группах больных отмечали положительную динамику в цитологической картине, с разными временными сроками. Смена дегенеративно-воспалительного типа цитограммы на воспалительно-регенераторный, характеризующийся уменьшением количества нейтрофилов, увеличением количества макрофагов, появлением фибробластов, у больных основной группы заканчивалась на 8–10-е сутки, тогда как в контрольной — на 15–16-е сутки. Изменения цитограммы в фазе регенерации и эпителизации под воздействием УЗК в основной группе больных свидетельствовали о переходе воспалительно-регенераторного типа цитограммы в регенераторный тип к 15–18-м суткам от начала лечения. В контрольной группе фаза регенерации наступала лишь к 23–26-м суткам лечения. Таким образом, раневой процесс у пациентов основной группы сокращался в среднем на 10–12 сут при сравнении с контрольной группой. К началу 2-й недели в контрольной группе частота встречаемости стафилококков в микробном пейзаже ран на фоне традиционной терапии уменьшалась, и возрастала доля грамотрицательной флоры, что свидетельствовало о присоединении внутригоспитальной флоры с низкой чувствительностью к основным антибиотикам. В основной группе к 7-м суткам увеличения удельного веса грамотрицательных микроорганизмов в посевах не наблюдалось, что объясняется более глубоким и стойким бактерицидным действием УЗК, более широким удалением патологических тканей — источником возможного рецидива. В результате хирургического лечения и ультразвуковой кавитации удавалось достигнуть уменьшения микробной

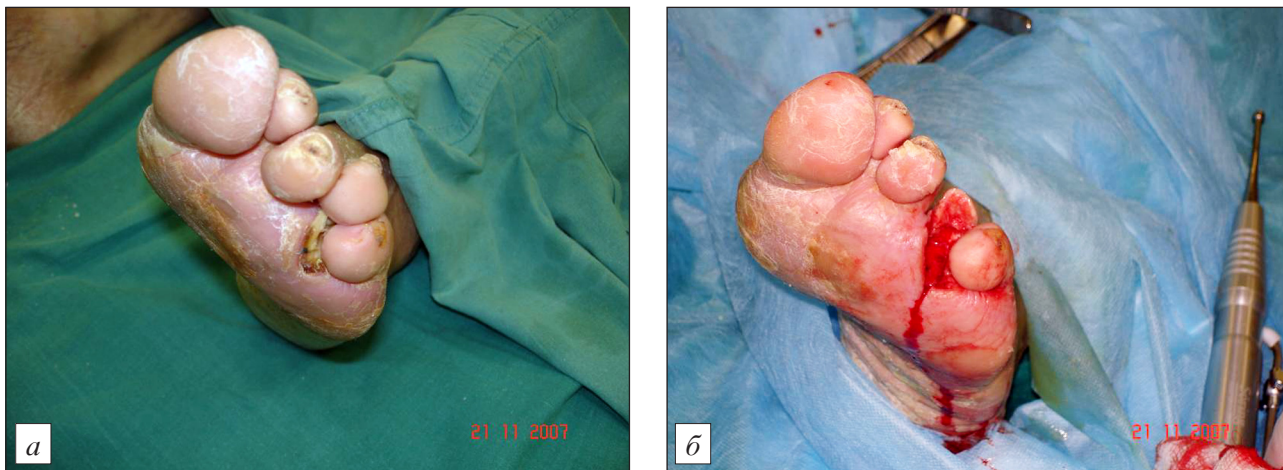


Рис. 3. Нейропатическая инфицированная форма СДС у больного С., 71 года.

а — флегмона тыльной поверхности левой стопы. Инфицированная язва IV пальца левой стопы, б — ампутация IV пальца левой стопы с последующей ультразвуковой кавитацией. Лоскут подготовлен для одномоментной пластики местными тканями.

контаминации. Клинический опыт и динамический мониторинг микробиологического пейзажа выявил не только снижение роста микрофлоры, но в некоторых случаях — отсутствие роста при выполнении посевов, что дало возможность выполнения одномоментной пластики (рис. 3).

Изучая результаты, полученные при применении озона, выявлено снижение степени микробного обсеменения уже после 3-го сеанса озонирования раны до 10^6 КОЕ/г, при исходном уровне этого показателя при поступлении 10^9 КОЕ/г. Уменьшается площадь перифокального воспаления, единичные участки грануляционной ткани начинают образовываться к 5–7-му сеансу.

Микробиологические компоненты мониторинга раневого процесса при озонировании характерны для таковых при применении УЗК.

Данный метод физической санации позволил сократить время заживления ран на $(10 \pm 1,2)$ сут, а в некоторых случаях избежать пластической операции (рис. 4, 5).

Изучая оксигенирующее действие озона, используя транскутанный оксиметр ТСМ-400 («Radiometer», Дания), мы выявили нарастание содержания кислорода в ране при появлении грануляционной ткани. Несмотря на положительное действие озонирования ран, применение его ограничено из-за невозможности некрэктомии *in situ* как при УЗК, так и при использовании его для обработки в труднодоступных местах, «карманах» и полостях. Дополнительное использование озонирования в различных режимах раневых поверхностей способствовало очищению раны и интенсивному росту грануляционной ткани.



Рис. 4. Синдром диабетической стопы, ишемическая форма у больного Ч., 72 лет. Множественные некрозы стопы и голени обеих нижних конечностей: а — до хирургической обработки; б — после озонирования.



Рис. 5. Синдром диабетической стопы, ишемическая форма у больного Ч., 72 лет. Множественные некрозы стопы и голени обеих нижних конечностей: а — сеанс озонирования; б — результат лечения на 21-е сутки.

На наш взгляд, место озонотерапии в лечении больных с гнойно-некротическими осложнениями (ГНО) СДС должно быть реализовано как способ поддержания деконтаминации раны после ультразвуковой кавитации, а также для стимуляции роста грануляционной ткани.

Применение разных по размеру контейнеров позволяет лечить пациентов с большими по площади поражения сегментами конечности.

Таким образом, современный арсенал физических методов воздействия позволяет эффективно бороться с гнойно-некротическим процессом у больных с СДС. Использование современных методов лечения ГНО СДС в сравнении с классическими принципами лечения гнойных ран позволяет ускорить процесс выздоровления и снизить количество реампутаций.

Выводы. 1. Применение ультразвуковой кавитации является эффективным дополнением к имеющимся способам местного лечения ран у больных с гнойно-некротическими осложнениями синдрома диабетической стопы, способствует селективной некрэктомии, снижению обсемененности раны, сокращению фазы воспаления на (12 ± 2) сут.

2. Использование озонотерапии в местном лечении гнойно-некротических осложнений синдрома диабетической стопы ускоряет фазу воспаления, стимулирует рост грануляционной ткани и пролонгирует эффект деконтаминации раневой поверхности.

3. Сочетанное использование ультразвуковой кавитации и озонотерапии уменьшает количество реампутаций на 54%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брискин Б.С., Тартаковский Е.А., Гвоздев Н.А. Лечение осложнений «диабетической стопы» // Хирургия.—1999.—№ 10.—С. 53–56.
2. Гостищев В.К., Афанасьев А.Н., Хохлов А.М. Хирургическое лечение диабетической остеоартропатии, осложнённой гнойно-некротическими поражениями стоп // Хирургия.—1999.—№ 8.—С. 40–44.
3. Гурьева И.В., Кузина И.В., Воронин А.В. и др. Синдром диабетической стопы.—М., 2000.—40 с.
4. Дедов И. И., Анциферов М. Б., Галстян Г. Р. Синдром диабетической стопы. Клиника, диагностика, лечение, профилактика.—М.: Универсум Паблишинг, 1998.—С. 49–69.
5. Земляной А. В., Пальцын А. А., Светухин А. М. Обоснование и варианты тактики комплексного хирургического лечения гнойно-некротических форм «диабетической стопы» // Хирургия.—1999.—№ 10.—С. 44–48.
6. Максимов В.А., Куликов А.Г., Зеленцов С.Н. Роль озонотерапии в регуляции процессов микроциркуляции // Материалы Межд. конф. по микроциркуляции.—М., Ярославль, 1997.—С. 237–239.
7. Международное соглашение по диабетической стопе. Составлено Международной рабочей группой по диабетической стопе.—М.: Берег, 2000.—96 с.
8. Покровский А.В., Дан В.Н., Чупин А.В. Комплексный подход в лечении критической ишемии при диабетической стопе // Труды науч.-практ. конференции «Современные аспекты диагностики, лечения, профилактики поражений нижних конечностей у больных сахарным диабетом».—М., 1996.—С. 157–163.
9. Родоман Г.В., Лаберко Л.А., Оболенский В.Н. и др. Озонотерапия в лечении больных с гнойно-воспалительными заболеваниями // Рус. мед. журн.—1999.—№ 4.—С. 32–36.
10. Frykberg R.G., Mendezsoon E. Management of the diabetic Charcot foot // Diab. Met. Res. Rev.—2000.—Vol. 16, Suppl. 1.—P. S59–S65.
11. Lavery A.L., Hisham R.A., Pugh J.A. Variation in the incidence and proportion of diabetes-related amputations // Diabetes Care.—1996.—Vol. 19, № 1.—P. 48–51.
12. Wagner F.W. A classification and treatment program for diabetic, neuropathic and dysvascular foot problems // The American

Academy of Orthopedic Surgeons instructional course lectures.— St. Louis: Mosby Year Book, 1979.—P. 143–165.

Поступила в редакцию 29.09.2010 г.

P.N.Zubarev, B.V.Risman

ULTRASONIC CAVITATION AND OZONIZATION IN TREATMENT OF PATIENTS WITH PYO-NECROTIC COMPLICATIONS OF DIABETIC FOOT SYNDROME

The main group consisted of 130 patients with pyo-necrotic complications of diabetic foot syndrome, in who after operations

within the foot limits, there were ultrasonic cavitation and ozonization of the wound surface. The control group consisted of 90 patients who underwent operative treatment as well as a standard local treatment using the preparations with reference to the phase of the wound process. The use of low-frequency ultrasound allows in short terms ablation of necrotized tissues within the limits of healthy tissues, decrease of microbial contamination of the wounds and preparing to closing. Ozonization of the wounds facilitates growth of the granulating tissues and prolongs the effect of decontamination of the wound surface. The application of physical methods in treatment of patients with pyo-necrotic complications of diabetic foot syndrome decreases the number of disabling operations.

Уважаемые авторы!

Обращаем ваше внимание на необходимость правильной подготовки графиков/диаграмм. Внедрение графиков/диаграмм в файл .doc (формат Word) без возможности их дальнейшего редактирования недопустимо. Как правило, авторские иллюстрации нуждаются в обработке. Поэтому внедрение должно быть выполнено как *Edit / Paste Special* с выбором опции «*Microsoft Excel Chart Object*» либо отдельно приложен файл *Excel* (если диаграмма не внедрена как *Microsoft Graph Chart*).

Не допускается и добавление пояснительных надписей к графику или диаграмме (чисел по декартовым осям, легенды, единиц измерений и т.д.) в файле Word: все они должны быть сделаны в *Excel* или *Graph*, т. е. там же, где и график/диаграмма.

Не следует удалять из файла *Excel* страницы с исходными данными, оставляя только картинку. В этом случае сотрудники издательства вынуждены полностью перенабирать данные (если на графиках проставлены значения).

Пожалуйста, используйте для графиков/диаграмм только белый фон.

Использование цветных графиков пригодно для слайдов презентаций, но для журнала неприемлемо.

Тоновые иллюстрации с разрешением менее 100 dpi, вставленные в текст, могут служить только ориентиром их местоположения. Необходимое разрешение — 300 dpi (и выше). Иллюстрации должны быть сохранены в отдельных файлах .tif или .bmp (в крайнем случае — .pdf высокого разрешения).